تكنولوجيا

ثورة في تجفيف الأغذية باستخدام الذكاء الاصطناعي والمستشعرات البصرية



تتناول دراسة جامعة إلينوي ثلاث تقنيات ناشئة يمكن أن تُحدث تحولاً في صناعة الأغذية (أدوبي)

لندن: نسيم رمضان

آخر تحديث: 18:10-10 يناير 2025 م . 10 رَجب 1446 هـ
نُشر: 18:00-10 يناير 2025 م . 10 رَجب 1446 هـ

يُعد تجفيف الأغذية عملية أساسية تُستخدم للحفاظ على مجموعة متنوّعة من المنتجات من الفواكه إلى اللحوم. ومع ذلك، غالباً ما تؤدي الطرق التقليدية للتجفيف إلى التأثير سلباً في جودة الغذاء وقيمته الغذائية. يقدّم باحثون من جامعة «إلينوي في أوربانا - شامبين» تقنيات دقيقة متطورة تستفيد من المستشعرات البصرية والذكاء الاصطناعي لتحسين كفاءة ودقة تجفيف الأغذية.

التجفيف الذكي

تتطلّب أنظمة التجفيف التقليدية إزالة العينات بشكل متكرر لمراقبة تقدّم العملية؛ مما يجعلها مستهلكة للوقت وغير فعّالة في كثير من الأحيان. على النقيض من ذلك، يسمح التجفيف الدقيق، أو ما يُعرف بالتجفيف الذكي، بالمراقبة المستمرة في الوقت الفعلي؛ مما يُحسّن الدقة والكفاءة.

يوضح الأستاذ المساعد في قسم الهندسة الزراعية والبيولوجية بجامعة إلينوي الأميركية، محمد كامروزمان، أنه مع التجفيف الذكي يمكن تحسين العملية بأكملها من خلال مراقبتها باستمرار في الوقت الفعلي.

حلّل كامروزمان وفريقه الأبحاث الحالية حول تقنيات التجفيف الدقيقة وتطبيقاتها في صناعة الأغذية. ركزت الدراسة على ثلاثة أنظمة استشعار بصرية، وهي: التصوير بالألوان الثلاثية (RGB) مع الرؤية الحاسوبية، والتحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR)، والتصوير الطيفي بالأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR - HSI)، وتوصلت النتائج إلى أن لكل طريقة مزاياها وتحدياتها؛ مما يوفر خيارات مرنة للصناعة لتحسين عمليات التجفيف.



مع التطورات المستمرة قد يصبح التجفيف الدقيق هو المعيار مما يضمن حفظاً أفضل وتقليل الهدر عبر سلسلة إمداد الأغذية (أدوبي)

فهم التكنولوجيا

- التصوير بالألوان الثلاثية (RGB) مع الرؤية الحاسوبية

يستخدم التصوير بالألوان الثلاثية كاميرات قياسية تلتقط الضوء المرئي في نطاق الألوان الأحمر والأخضر والأزرق. يبرز هذا النظام في تحليل الميزات السطحية مثل اللون والحجم والشكل، ولكنه لا يمكنه قياس الخصائص الداخلية مثل محتوى الرطوبة.

- التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR)

يستخدم التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء القريبة الضوء لقياس الخصائص الداخلية، بما في ذلك مستويات الرطوبة. من خلال قياس امتصاص الضوء عند أطوال موجية مختلفة، يوفّر النظام رؤى قيمة حول الخصائص الكيميائية والفيزيائية للغذاء. ومع ذلك، فإن قدرة المسح النقطي لهذا النظام قد تكون محدودة عندما تصبح المادة غير متجانسة في أثناء التجفيف.

- التصوير الطيفي بالأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR - HSI)

يجمع «NIR - HSI» بين أفضل ميزات الأنظمة الأخرى؛ حيث يمسح السطح بالكامل، ويستخرج بيانات مكانية وطيفية ثلاثية الأبعاد. يوفّر هذا النظام معلومات دقيقة للغاية حول معدلات التجفيف وخصائص المنتج. ومع ذلك، فإن التكلفة العالية لهذا النظام -أكثر بعشر إلى عشرين مرة من «NIR» ومائة مرة من «RGB»- تشكّل تحدياً كبيراً، بالإضافة إلى متطلبات الصيانة والحوسبة العالية.

الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي: المحركات الأساسية

تتطلّب جميع التقنيات الثلاث استخدام الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي لمعالجة الكميات الكبيرة من البيانات التي تنتجها. يجب تصميم النماذج لتناسب التطبيقات المحددة، خصوصاً في حالة «NIR -HSI» الذي يجمع مجموعات بيانات ضخمة. من خلال دمج هذه التقنيات، تمكّن الباحثون من التغلب على قيود طرق التجفيف التقليدية؛ مما يوفّر قدرات مراقبة في الوقت الفعلي لم تكن ممكنة من قبل.

يضيف كامروزمان أن الدمج بين التصوير بالألوان الثلاثية والاستشعار الطيفي بالأشعة تحت الحمراء القريبة والتصوير الطيفي مع الذكاء الاصطناعي يمثّل مستقبلاً ثورياً لتجفيف الأغذية.



تسلّط هذه الدراسة الضوء على الإمكانات التحويلية لهذه الابتكارات ودورها في تشكيل مستقبل هندسة الأغذية (أدوبي)

اختبار التكنولوجيا

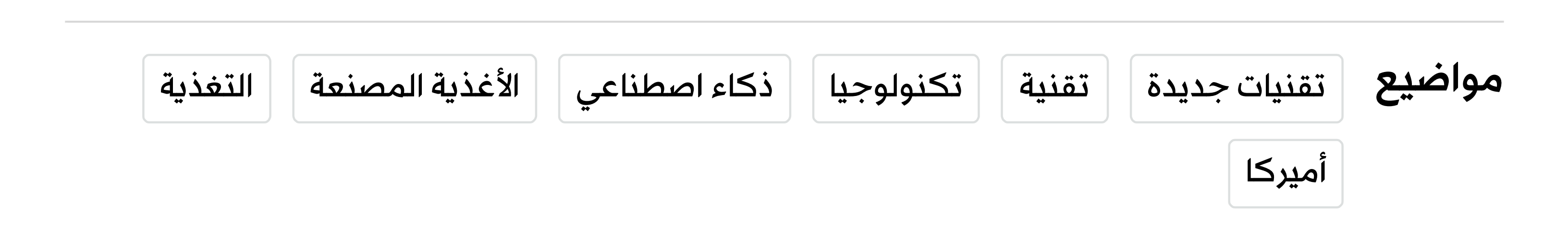
طوّر فريق البحث نظام تجفيف خاصاً به لاختبار هذه التقنيات. باستخدام فرن حراري، جفّف الفريق شرائح التفاح، وبدأ بالتجربة باستخدام «RGB» و«NIR» ثم دمجوا نظام «NIR - HSI» لاحقاً. أظهرت النتائج الإمكانات الهائلة لدمج هذه الأنظمة البصرية مع الذكاء الاصطناعي لإحداث تحول في عمليات تجفيف الأغذية.

نظرة مستقبلية

أحد أبرز التطلّعات هو تطوير أجهزة «NIR - HSI» محمولة. يمكن لهذه الأدوات تمكين المراقبة المستمرة في بيئات متعددة، مما يوفّر تحكماً في الجودة في الوقت الفعلي ويوسّع تطبيقات التجفيف الدقيق.

مدعومة بمؤسسة «NSF» ومركز الأبحاث المتقدمة في التجفيف «CARD»، تمهّد هذه الدراسة الطريق لحلول مبتكرة في حفظ الأغذية. مع تبني هذه التقنيات، يمكن للصناعات توقع تحسينات كبيرة في الكفاءة والجودة والاستدامة. يمثّل دمج المستشعرات البصرية والذكاء الاصطناعي في

تجفيف الأغذية قفزة نوعية للصناعة. من خلال توفير رؤى في الوقت الفعلي والتغلّب على قيود الطرق التقليدية، تعد هذه التقنيات بتحسين مراقبة الجودة وتبسيط العمليات.



مواضيع

تقنيات جديدة | تقنية | تكنولوجيا | ذكاء اصطناعي | الأغذية المصنعة | التغذية | أميركا